
Opérateurs de l'algèbre relationnelle

- Opérateurs ensemblistes
- Produit cartésien

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Opérateurs ensemblistes

- L'UNION: fusionne des données de deux tables (opérateurs **UNION** et **UNION ALL**)
- L'intersection: extrait des données présentes simultanément dans les deux tables (opérateur **INTERSECT**)
- La différence: extrait des données présentes dans une table sans être présentes dans la 2^{ème} table (opérateur **MINUS**).

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Opérateurs ensemblistes

Syntaxe:

```
SELECT ...  
FROM table  
[WHERE...] [GROUP BY...]  
UNION | INTERSECT | MINUS  
SELECT...  
FROM table  
[WHERE...] [GROUP BY...] ;
```

Il faut que les expressions dans les listes **SELECT** comportent le même nombre de colonnes, dans le même ordre et aussi le même type de données.

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Opérateurs ensemblistes

Exemple :

Pour connaître les villes qui sont soit des villes de départ d'un vol, soit des villes d'arrivée d'un vol.

```
SELECT  VilleD  Ville
FROM    Vol
WHERE   VilleD is not null
UNION
SELECT  VilleA
FROM    Vol
WHERE   VilleA is not null;
```

VILLED

MARSEILLE
MOSCOU
AMSTERDAM
NANTES
BEYROUTH
ALGER
PARIS
AJACCIO
NICE

VILLEA

MARSEILLE
MOSCOU
AMSTERDAM
PEKIN
BEYROUTH
ALGER
PARIS
ISTANBUL
NEW YORK
NICE

RESULTAT

VILLE

AJACCIO
ALGER
AMSTERDAM
BEYROUTH
ISTANBUL
MARSEILLE
MOSCOU
NANTES
NEW YORK
NICE
PARIS
PEKIN

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Produit cartésien

- **PRODUIT CARTESIEN**: disposer de 2 tables dans la clause FROM ce qui permet de composer des combinaisons à partir des données des deux tables.

```
SELECT ...  
FROM table[alias], ..., table2 [alias]
```

ou

```
SELECT ...  
FROM table1 CROSS JOIN table2
```

- La commande **CROSS JOIN** est un type de jointure sur 2 tables SQL qui permet de retourner le produit cartésien.

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Produit cartésien

Exemple :

Liste de tous les vols des compagnies

```
SELECT *  
FROM Compagnie C CROSS JOIN Vol V;
```

COMP	NRUE RUE	VILLE	NOMCOMP	NUMVOL	NUMP	NUMAV DATEA	DATED	VILLEA
AF	2 blaise	Marseille	Air France	900	2000	727 03/05/03	04/05/03	marseille
AC	2 blaise	Marseille	Air Compagnie	900	2000	727 03/05/03	04/05/03	marseille
SING	2 blaise	Singapour	Air Singapour	900	2000	727 03/05/03	04/05/03	marseille
AF	2 blaise	Marseille	Air France	1900	2001	737 03/05/18	04/05/18	Paris

Jointures SQL

Si l'on met une ou plusieurs conditions entre attributs de différentes tables, on ne parle plus de produit cartésien mais de **jointure**

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Jointures

- Permettent d'extraire des données issues de plusieurs tables
- Une jointure met en relation deux tables sur la base d'une clause de jointure (comparaison de colonnes).
- Types de jointure
 - **Jointure naturelle:** NATURAL JOIN
 - **Jointure interne:** INNER JOIN
 - **Jointure externe:** (LEFT ou RIGHT ou FULL) OUTER JOIN
 - **Auto-jointure**

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Conditions de jointure

Les conditions de jointures spécifient comment les tables sont jointes (quels attributs et quelle comparaison)

- Équi-jointure = la condition de jointure est une égalité
- Inéqui-jointure = la condition de jointure n'est pas (forcément) une égalité

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Jointure naturelle

- La condition de jointure applique une égalité entre les attributs identiques (même label) des deux tables :
 - S'effectue à la condition qu'il y ai des colonnes du même nom et de même type dans les 2 tables.
- Le résultat d'une jointure naturelle est la création d'un tableau avec autant de lignes qu'il y a de paires correspondant à l'association des colonnes de même nom.

Syntaxe: L'opérateur **NATURAL JOIN** permet d'éviter de préciser les colonnes concernées par la jointure.

```
SELECT  liste d'expressions
FROM    table1 NATURAL JOIN table2
[WHERE  conditions]
```

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Jointure naturelle

Exemple :

Pour connaître la capacité de chaque vol qui a été affecté d'un avion.

```
SELECT    NumVol, CapAv  
FROM      Vol NATURAL JOIN Avion;
```

Vol

NUMVOL	NUMAV
101	560
141	101
169	101
631	Null
801	240

Avion

NUMAV	Capav
101	350
240	Null
560	250

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Jointure naturelle

Exemple :

VOL

NUMVOL	NUMAV
101	560
141	101
169	101
631	Null
801	240

AVION

NUMAV	Capav
101	350
240	Null
560	250



Jointure
naturelle
sur NumAv

NUMAV	NUMVOL	Capav
560	101	250
101	141	350
101	169	350
240	801	Null



Projection sur NumVol, CapAv

NUMVOL	Capav
101	250
141	350
169	350
801	Null

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

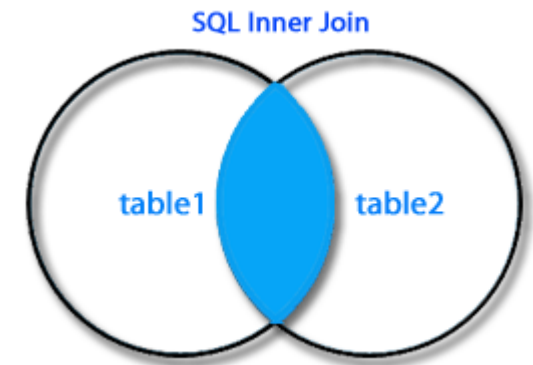
- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Jointure interne

La **jointure interne** est fréquemment utilisée : seuls les tuples qui respectent la condition de jointure sont conservés

Syntaxe:

```
SELECT    TABLE1.COLONNE1, TABLE2.COLONNE2...  
FROM      TABLE1 [alias]  
          [INNER] JOIN  
          TABLE2 [alias]  
          ON TABLE1.COLONNE1 comp TABLE2.COLONNE2
```



Avec $\text{comp} \in \{=, <>, <, <=, >, >=\}$

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Jointure interne

Exemple :

Pour connaître les numéros de vols des pilotes qui habitent Marseille.

```
SELECT      numvol
FROM    Vol V INNER JOIN Pilote P ON V.NumP=P.NumP
WHERE      VilleP = 'Marseille' ;
```

- Remarque: Utiliser des alias pour les tables pour améliorer les performances

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Jointure interne

Remarque: Différence **Jointure naturelle** et **Jointure interne**

```
SELECT *  
FROM Vol NATURAL JOIN Avion;
```

VOL

NUMVOL	NUMP	NUMAV	VILLED	VILLEA	DATED	DATEA
12	200	120	MARSEILLE	PARIS		
13	300	130	Marseille	Nice		

AVION

NUMAV	AVNOM	NBHVOL	CAPAV	LOC	COMP
120	Boeing	12	30	marseille	SING
130	Sport	13	40	Paris	AF

NUMAV	NUMVOL	NUMP	VILLED	VILLEA	DATED	DATEA	AVNOM	NBHVOL	CAPAV	LOC	COMP
120	12	200	MARSEILLE	PARIS			Boeing	12	30	marseille	SING
130	13	300	Marseille	Nice			Sport	13	40	Paris	AF

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Jointure interne

Remarque: Différence **Jointure naturelle** et **Jointure interne**

```
SELECT *  
FROM Vol V INNER JOIN Avion A on  
V.NumAv = A.NumAv ;
```

VOL

NUMVOL	NUMP	NUMAV	VILLED	VILLEA	DATED	DATEA
12	200	120	MARSEILLE	PARIS		
13	300	130	Marseille	Nice		

AVION

NUMAV	AVNOM	NBHVOL	CAPAV	LOC	COMP
120	Boeing	12	30	marseille	SING
130	Sport	13	40	Paris	AF

NUMVOL	NUMP	NUMAV	VILLED	VILLEA	DATED	DATEA	NUMAV	AVNOM	NBHVOL	CAPAV	LOC
12	200	120	MARSEILLE	PARIS			120	Boeing	12	30	marseille
13	300	130	Marseille	Nice			130	Sport	13	40	Paris

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Jointure externe gauche ou droite ou complète

C'est une opération entre une table appelée table externe et une autre table appelée table de base (identifiée par LEFT ou RIGHT).

```
SELECT ...  
FROM table1 [alias]  
    {LEFT | RIGHT|FULL} [OUTER] JOIN  
    table2 [alias]  
ON exp_col comp exp_col  
[AND|OR exp_col comp exp_col]...
```

- Le résultat de la jointure externe est la jointure normale des deux tables augmenté des lignes de la table de base qui n'y figurent pas. Pour ces lignes, il y a alors absence de valeur sur les colonnes de la table externe.

- Les jointures externes permettent d'extraire des enregistrements qui ne répondent pas aux critères de jointure.

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Jointure externe

Exemple :

Pour connaître le nombre de places de chaque vol (même lorsque aucun avion n'est affecté au vol).

```
SELECT  NumVol, CapAv  
FROM    Vol V LEFT OUTER JOIN Avion A  
        ON V.NumAv = A.NumAv ;
```

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Jointure externe gauche

Exemple :

VOL

NUMVOL	NUMP	NUMAV
12	200	120
13	300	130
15	500	(null)

AVION

NUMAV	AVNOM	NBHVOL	CAPAV
120	Boeing	12	30
130	Sport	(null)	40
200	Test	14	15
400	Boeing	15	20



Equi jointure externe

NUMVOL	NUMP	NUMAV	VILLED	VILLEA	DATED	DATEA	NUMAV	AVNOM	NBHVOL	CAPAV	LOC
12	200	120	MARSEILLE	PARIS			120	Boeing	12	30	marseille
13	300	130	Marseille	Nice			130	Sport		40	Paris
15	500		Paris	Marseille							



Projection sur
numVol, CapAv

NUMVOL	CAPAV
12	30
13	40
15	

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Jointure externe

Exemple :

1)

```
SELECT    NumVol, CapAv
FROM      Vol V RIGHT OUTER JOIN Avion A
          ON V.NumAv = A.NumAv ;
```

NUMVOL	CAPAV
12	30
13	40
	15
	20

2)

```
SELECT    NumVol, CapAv
FROM      Vol V INNER JOIN Avion A
          ON V.NumAv = A.NumAv ;
```

NUMVOL	CAPAV
12	30
13	40

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Jointure externe

Exemple :

3)

```
SELECT      NumVol,  CapAv
FROM  Vol V FULL OUTER JOIN Avion A
      ON V.NumAv = A.NumAv  ;
```

NUMVOL	CAPAV
12	30
13	40
15	
	20
	15

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Jointure externe

Exemple :

Pour connaître le nombre de vols que chaque pilote assure.

```
SELECT  P.NumP, count(NumVol) AS NbVols
FROM    Pilote P LEFT JOIN Vol V
ON      P.NumP = V.NumP
GROUP BY P.NumP ;
```

NUMP	NOM	NBHVOL	VILLEP	COMP
200	PATRICK	20	MARSEILLE	AF
300	TEST	30	Paris	SING
500	MARC	15	Paris	AF

PILOTE

NUMVOL	NUMP	NUMAV
12	200	120
13	300	130

VOL

Résultat

NUMP	NBVOLS
500	0
300	1
200	1

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Auto-jointure

- Auto-jointure = jointure d'une table avec elle même (tous types de jointures acceptés, i.e., interne, externe), en utilisant des alias de table.

- Exemples fréquents d'auto-jointure : *personne/parents*, *employé/supérieur hiérarchique*, *pièce/composant*

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Auto-jointure

Exemple

Les paires de pilotes qui ont conduit le même avion

```
SELECT DISTINCT V1.numP as P1, V2.numP as P2
FROM Vol V1 INNER JOIN Vol V2 ON V1.numAv = V2.numAv
WHERE V1.numP < V2.numP ;
```

NUMVOL	NUMP	NUMAV
12	200	120
13	300	130
15	500	(null)
25	200	130

P1	P2
200	300

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

Auto-jointure

Exemple

Les paires de pilotes qui ont conduit le même avion

V1 . numP	V1 . NUMAV	V2 . NUMAV	V2 . numP
200	120	120	200
300	130	130	300
200	130	130	200



V1 . numP	V1 . NUMAV	V2 . numP
200	120	200
300	130	300
200	130	200
300	130	200
200	130	300

Jointure sur
 $V1.numAv = V2.numAv$



Restriction sur
 $V1.numP < V2.numP$

P1	P2
200	300

- Sélection
- Recherche
- Ordonner les réponses

- Fonctions de groupe
- Sous-requêtes
- Opérateurs de l'algèbre relationnelle

En résumé

- La condition = naturelle, équi-jointure ,inéqui-jointure
- Les n-uplets conservés dans le résultat= jointure interne, jointures externes (et le produit cartésien)

